

Atributos químicos do solo e qualidade nutricional da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida após a aplicação combinada de soro de leite e esterco bovino

Renan Tramontin⁽¹⁾, Cledimar Rogério Lourenzi⁽²⁾

⁽¹⁾ Acadêmico do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: renan.tramontin@grad.ufsc.br

⁽²⁾ Professor Adjunto A, Departamento de Engenharia Rural, CCA, UFSC. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: lourenzi.c.r@ufsc.br

Resumo

A bovinocultura de leite é uma importante atividade agropecuária no estado de Santa Catarina com parte de sua produção destinada à produção de queijos em agroindústrias familiares onde, na própria propriedade são produzidos o leite e o queijo, gerando um grande volume de resíduos. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação combinada de soro de leite e esterco bovino nos atributos químicos do solo e na qualidade nutricional da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida. O experimento foi realizado na Fábrica de Laticínios Queijaria Caminhos da Serra, em Turvo, SC, e foi instalado em maio de 2015 em uma área de pastagem com a forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida, estabelecida em 2013. Os tratamentos avaliados consistem em diferentes tempos em que as áreas recebem aplicação da mistura soro de leite + esterco bovino, sendo: área sem aplicação de soro + esterco (SSE); área que recebe aplicação de soro + esterco desde abril de 2015 (SE12); área que recebe aplicação de soro + esterco desde abril de 2014 (SE24). Mensalmente é realizada uma aplicação de 25 m³ ha⁻¹ de soro de leite + esterco bovino após o pastejo. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com três tratamentos e quatro repetições. Em agosto (Ago15), novembro (Nov15) de 2015 e março (Mar16) de 2016, foi coletado solo das camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Nas amostras coletadas determinou-se a granulometria e os valores de pH, SMP, N, Ca, Mg, P, K e carbono orgânico total (COT). Com os dados obtidos calculou-se a CTC_{pH 7,0} e a V%. A coleta da parte aérea da forragem foi realizada no mesmo dia de cada coleta de solo, utilizando-se um quadro de 0,25 m². Após secagem a 60°C, determinou-se os teores de totais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), N, P, K, Ca e Mg. As aplicações de soro de leite + esterco bovino incrementaram os teores de N total,

P disponível e K trocável do solo e os teores totais de K, Ca, Mg e PB da forrageira. O uso de soro de leite + esterco bovino promoveu alterações nos dos atributos químicos do solo, demonstrando ser mais eficiente com o maior tempo de aplicação. Dessa forma o fornecimento de nutrientes para o solo via soro de leite + esterco bovino traz benefícios a produção da forrageira bem como às suas características nutricionais.

Palavras-chave: resíduos orgânicos, fertilidade do solo, nutrição de forragem.

Soil chemical attributes and nutritional quality of the forage *Hemarthria altissima* cv. Florida after the combined application of whey and cattle manure

Abstract

The dairy cattle is an important agricultural activity in the state of Santa Catarina as part of its production for cheese production on family farms where on the property itself are produced milk and cheese, generating a large volume of waste. The objective was to evaluate the effect of combined application of whey and cattle manure on soil chemical attributes and nutritional quality of forage *Hemarthria altissima* cv. Florida. The experiment was conducted at the Fábrica de Laticínios Queijaria Caminhos da Serra in Turvo, SC, and it was installed in May 2015 in a pasture with forage *Hemarthria altissima* cv. Florida, established in 2013. The treatments evaluated consist of different times in the areas receiving applying the mixture whey + cattle manure, which: area without application of whey + manure (SSE); area that receives application of whey + manure since April 2015 (SE12); area that receives application of whey + manure since April 2014 (SE24). Monthly is performed an application of 25 m³ ha⁻¹ whey + cattle manure after grazing. The experimental delineation was in random blocks, with three treatments and four replications. In August (Aug15) and November (Nov15) 2015, and March (Mar16) 2016, has been collected soil layers of 0-5, 5-10 and 10-20 cm. In the collected samples were determined the granulometry and the values of pH, SMP, N, Ca, Mg, P, K and total organic carbon (TOC). With the data obtained was calculated CTC_{pH 7.0} and the V%. The collection of aerial part of the forage was made in the same day of the soil sampling, using a frame of 0.25 m². After drying at 60 °C, it was determined the levels of dry matter (DM), crude protein (CP), N, P, K, Ca and Mg. The applications increased the levels of N total, P available and K exchangeable, in the soil, and the total levels of K, Ca, Mg and CP of the forage. The use of whey + cattle manure promoted alterations in the soil chemical attributes, showing be more effective with longer application

times. Thus the supply of nutrients to the soil by whey + manure provides benefits to forage production and to their nutritional characteristics.

Keywords: organic residues, soil fertility, forage nutrition.

Introdução

A *Hemarthria altissima* cv. Flórida é uma espécie forrageira perene de estação quente bem adaptada às condições de clima e solo do estado de Santa Catarina (FLARESSO et al., 2001). Visto que a pecuária brasileira é dependente, principalmente, de plantas forrageiras para alimentação dos animais, para se formar uma boa pastagem é indispensável a aplicação de nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Nesse sentido, o uso de resíduos gerados nas atividades agropecuárias, como fonte de nutrientes para culturas de grãos ou pastagens, tem apresentado excelentes resultados quanto a produção de grãos e de matéria seca pelas plantas (CERETTA et al., 2005; LOURENZI et al., 2015).

A bovinocultura de leite é uma importante atividade agropecuária no estado de Santa Catarina, com produção de 2,35 bilhões de litros de leite em 2015 (IBGE, 2016). Parte dessa produção é destinada a produção de queijo em agroindústrias familiares onde, na própria propriedade são produzidos o leite e o queijo. No processo de produção de queijo o soro é um líquido obtido da separação da caseína e da gordura do leite. Na indústria de laticínios, para cada quilograma de queijo produzido, são gerados 9 L de soro (ROBBINS et al., 1996). Pelo grande volume gerado, o soro é o principal subproduto dessa atividade e, segundo Gheri et al. (2003), contém 0,7 g L⁻¹ de N; 0,5 g L⁻¹ de P e 1,5 g L⁻¹ de K. Concentrações semelhantes foram encontradas por Robbins & Lehrs (1998), variando de 0,9 a 2,2 g L⁻¹ de N; 0,3 a 0,6 g L⁻¹ de P e 1 a 1,4 g L⁻¹ de K, podendo variar a sua composição em função do tipo e do processo industrial.

No Brasil a maior parte do soro de leite produzido não é aproveitado. Por ser um produto perecível, o que impossibilita seu armazenamento prolongado, esse é descartado como resíduo (SIQUEIRA et al., 2013). Pesquisas demonstram que, aproximadamente, 1/3 do soro gerado é desperdiçado e dessa forma apresenta-se como uma fonte poluente dos recursos hídricos (ANTUNES, 2003; SIQUEIRA et al., 2013). O soro de leite apresenta alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sendo que sua deposição descontrolada pode trazer sérios danos ambientais aos sistemas fluviais, como a eutrofização (GHERI et al., 2003).

Desta forma, devido a presença de nutrientes em sua composição, o soro pode ser utilizado como fonte de nutrientes em áreas com culturas de grãos e pastagens (KUHNEN, 2010). Uma maneira de reduzir os impactos para o meio ambiente é utilizá-lo em áreas próximas ao local de produção (MANTOVANI et al., 2015), desde que as aplicações sejam controladas, não ultrapassando as quantidades de nutrientes recomendadas para cada cultura e também a capacidade de adsorção do solo.

O fato do soro ser um resíduo líquido, a sua combinação com outros resíduos sólidos é uma maneira de aumentar a eficiência das aplicações e os efeitos na nutrição de plantas. Na atividade leiteira também há a geração de resíduos sólidos, como o esterco bovino, que é um material muito utilizado na adubação dos solos e, juntamente, com o soro pode proporcionar maior aporte nutricional as culturas e melhor consistência ao material a ser aplicado. Segundo Araújo et al. (2007), o esterco bovino apresenta teores de, aproximadamente, 7,2 g kg⁻¹ de N; 3,6 g kg⁻¹ de P₂O₅; 4,1 g kg⁻¹ de K₂O; e 182,07 g kg⁻¹ de matéria orgânica.

Vários trabalhos da literatura têm avaliado o uso do soro de leite como fonte de nutrientes, como o estudo desenvolvido por Gheri et al. (2003), que testou diferentes doses de soro com aplicação acumulada de 390 m³ ha⁻¹ e constatou com esse volume o aumento na produção de matéria seca e a produção máxima teórica total em três cortes no capim-tanzânia. Esses autores também verificaram aumento das quantidades de P, K e Ca absorvidas pelas plantas e incrementos nos teores de K no solo. Nessa mesma linha, Mantovani et al. (2015) verificaram elevação dos teores de P e K no solo, aumento da produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes da parte aérea do milho após aplicação de doses únicas equivalentes a 50, 100, 150 e 200 m³ ha⁻¹ de soro ácido de leite.

Esses estudos avaliaram apenas a aplicação isolada do soro de leite que, por apresentar-se somente na forma líquida, pode causar uma elevada disponibilidade de nutrientes logo após a aplicação e reduzir a disponibilidade ao longo do ciclo das culturas. Dessa forma, são necessários estudos onde busca-se alternativas para o uso combinado do soro de leite, buscando aumentar a concentração de matéria seca do material aplicado a fim de tornar a liberação de nutrientes mais gradual ao longo do ciclo das culturas de interesse.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação combinada de soro de leite e esterco bovino nos atributos químicos do solo e na qualidade nutricional da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida.

Material e Métodos

Descrição do local de estudo e dos tratamentos utilizados

O experimento foi realizado na Fábrica de Laticínios Queijaria Caminhos da Serra, localizada no município de Turvo, sul do estado de Santa Catarina, com altitude de 38 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 19,5°C e precipitação média anual de 1.800 mm. Na Figura 1 são apresentados os dados médios de precipitação e das temperaturas mínimas e máximas do período de condução do experimento. O solo do local foi classificado como Cambissolo Háplico (SANTOS et al., 2013) e apresenta, na camada 0-20 cm, 397 g kg⁻¹ de areia; 317 g kg⁻¹ de silte e 286 g kg⁻¹ de argila.

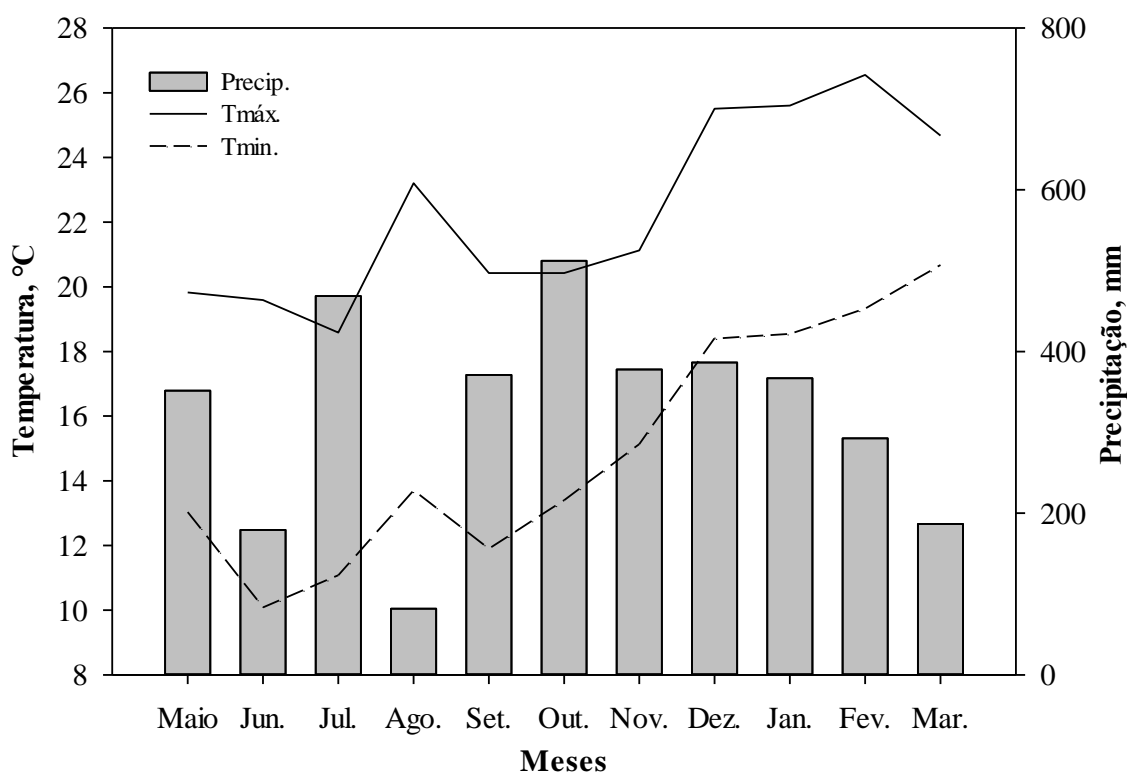


Figura 1 - Precipitação pluvial e média das temperaturas máximas e mínimas mensais ocorridas no período de maio de 2015 a março de 2016, na Estação Meteorológica da Epagri - Timbé do Sul, SC.

O experimento foi instalado em maio de 2015 em uma área de pastagem com a forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida, estabelecida em 2013. Anteriormente, a área era cultivada com pastagem nativa, com a aplicação de calcário para elevar o pH à 6. A área

dividida em piquetes, é utilizada no sistema de pastejo rotacionado, com um dia de ocupação e 28 a 35 dias de descanso, de acordo com as estações do ano. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com três tratamentos e quatro repetições.

Os tratamentos avaliados consistem em diferentes tempos em que as áreas recebem aplicação da mistura soro de leite + esterco bovino, sendo: área sem aplicação de soro + esterco (SSE); área que recebe aplicação de soro + esterco desde abril de 2015 (SE12), totalizando 12 aplicações; área que recebe aplicação de soro + esterco desde abril de 2014 (SE24), totalizando 24 aplicações. A mistura soro de leite + esterco bovino é distribuída na superfície do solo, com um tanque distribuidor de adubo orgânico líquido, modelo Daol Lobular da marca Mepel, com capacidade para 4.000 L. Mensalmente é realizada uma aplicação de 25 m³ ha⁻¹ após o pastejo, totalizando 12 aplicações e 300 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Em cada aplicação de soro de leite + esterco bovino foi coletado uma amostra do resíduo para posterior análise de pH, N, COT, P, K, Ca e Mg, de acordo com as metodologias propostas por Tedesco et al. (1995). Os parâmetros médios do soro de leite + esterco de bovino utilizado, bem como as quantidades de nutrientes aplicados em cada tratamento são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Composição química do soro + esterco bovino e as quantidades de nutrientes aplicados em cada tratamento.

Parâmetros	Teores	Quantidades aplicadas (kg ha ⁻¹)		
		Pastejo ⁻¹	SE12 ⁽¹⁾	SE24 ⁽²⁾
pH	4,26	-	-	-
N-total (g L⁻¹)	0,62	15,5	186	372
P (g L⁻¹)	0,54	13,5	162	324
K (g L⁻¹)	1,01	25,2	303	606
Ca (g L⁻¹)	1,23	30,8	369	738
Mg (g L⁻¹)	0,07	1,8	21	42
C-org (g L⁻¹)	1,85	46,2	555	1110
C/N	2,98	-	-	-

Pastejo⁻¹ = quantidade aplicada após cada pastejo; ⁽¹⁾SE12 = área que recebe aplicação de soro + esterco desde abril de 2015, totalizando 12 aplicações; ⁽²⁾SE24 = área que recebe aplicação de soro + esterco desde abril de 2014, totalizando 24 aplicações.

Coleta de amostras de solo e análises realizadas

Em agosto (Ago15), novembro (Nov15) de 2015 e março (Mar16) de 2016, foi aberta uma mini-trincheira em quatro pontos dentro de cada tratamento e coletado amostras de solo

das camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Após a coleta, o solo foi seco em estufa com ar forçado a 45°C até peso constante. Posteriormente, o solo foi moído, passado em peneira com malha de 2 mm e reservado.

Nas amostras coletadas determinaram-se a granulometria, pelo método da pipeta (Embrapa, 1997), e os valores de pH em água (1:1), índice SMP, teor de N total, teores trocáveis de Al, Ca e Mg (extrator de KCl 1 mol L⁻¹), teores de P disponível e de K trocável (extrator de Mehlich 1), segundo metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Com os dados obtidos calcularam-se a capacidade de troca de cátions (CTC_{pH 7,0}) e a saturação da CTC_{pH 7,0} por bases (V%), segundo equações apresentadas pela CQFS-RS/SC (2004). A determinação do carbono orgânico total (COT) foi realizada de acordo com a Embrapa (1997). Para a obtenção dos valores de matéria orgânica do solo (MOS) os teores de COT foram multiplicados por 1,724 (fator de Van Bemmelen), assumindo-se que 58% da matéria orgânica dos solos consistem em carbono orgânico.

Em cada tratamento também realizaram-se coletas da parte aérea da forragem, no mesmo dia da coleta do solo. A coleta foi realizada utilizando-se um quadro de 0,25 m² lançado aleatoriamente em quatro pontos de cada tratamento, cortando-se a uma altura de 5 cm da superfície do solo.

Para a forragem, as amostras coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante, para a determinação do teor de matéria seca (MS). Na MS da forrageira foi determinada a composição nutricional sendo que, para isso, as amostras foram moídas, peneiradas em peneira de 1 mm e submetidas a análise dos teores de proteína bruta (PB), conforme metodologia de Silva & Queiroz (2002), e teores totais de N, P, K, Ca e Mg, conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidas à análise de variância e, quando detectados efeitos significativos, as médias foram submetidas ao teste de comparação de médias Scott-Knott ($\alpha = 5\%$), utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

Resultados e Discussão

Atributos químicos do solo

O uso de soro de leite + esterco bovino como fonte de nutrientes na forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida promoveu alterações nos atributos químicos do solo (Tabela 2 e Tabela 3). As principais alterações foram observadas para os teores de N total, P disponível e K trocável do solo. Os teores de Al trocável não serão apresentados pelo fato do mesmo não ter sido detectado nas análises realizadas.

Tabela 2. Valores médios de pH, MOS, CTC_{pH 7,0} e V% em Cambissolo Háplico submetido a aplicações de soro de leite + esterco bovino no município de Turvo, SC.

Prof. (cm)	Ago15			Nov15			Mar16			CV (%)
	SSE	SE12	SE24	SSE	SE12	SE24	SSE	SE12	SE24	
	pH _{H2O}									
0-5	6,3 aA	6,1 ^{ns} A	6,2 ^{ns} A	5,9 ^{ns} A	5,7 ^{ns} A	5,8 ^{ns} A	5,9 ^{ns} A	5,9 ^{ns} A	5,9 ^{ns} A	4,5
5-10	6,1 aA	6,0 A	6,07 A	6,0 A	5,8 A	5,7 A	6,0 A	6,0 A	5,9 A	3,5
10-20	5,7 bA	5,8 A	5,96 A	5,4 A	5,6 A	5,7 A	5,8 A	5,8 A	5,8 A	5,9
CV (%)	3,9	3,7	2,9	6,8	4,9	4,6	3,8	2,4	7,3	
	MOS (g kg ⁻¹)									
0-5	74,8 aA	72,0 aA	78,2 aA	78,8 aA	83,3 aA	76,9 aA	67,3 aA	68,8 aA	69,0 aA	11,1
5-10	55,0 bA	57,8 bA	70,9 aA	55,5 bA	65,1 bA	64,6 aA	50,5 bA	58,8 aA	51,4 bA	13,0
10-20	37,1 cB	39,5 cB	55,2 bA	34,9 cC	39,4 cB	43,4 bB	29,4 cC	31,1 bC	33,1 cC	15,4
CV (%)	9,0	11,0	11,9	11,7	11,6	14,6	10,5	15,3	15,1	
	CTC _{pH 7} (cmolc dm ⁻³)									
0-5	23,0 ^{ns} B	25,6 ^{ns} A	27,8 aA	23,0 ^{ns} B	23,7 aB	27,4 aA	23,7 aB	26,0 aA	27,0 aA	7,9
5-10	21,0 B	24,7 A	25,0 bA	20,6 B	22,7 aB	24,7 aA	20,9 bB	23,7 aA	24,2 bA	8,3
10-20	18,6 B	22,8 A	23,5 cA	17,7 B	18,3 bB	18,5 bB	17,3 cB	20,1 bB	21,1 cA	10,2
CV (%)	9,7	11,7	3,2	11,9	7,6	8,4	5,9	11,2	4,7	
	V%									
0-5	89,4 aA	88,3 aA	89,5 aA	88,8 aA	87,6 ^{ns} A	87,4 ^{ns} A	83,8 ^{ns} A	85,4 ^{ns} A	86,2 ^{ns} A	3,0
5-10	87,8 aA	86,9 aA	87,9 aA	88,3 aA	87,7 A	87,5 A	83,6 A	84,0 A	86,2 A	3,2
10-20	78,8 bB	83,9 bA	85,5 bA	80,9 bB	86,6 A	86,9 A	77,6 B	81,0 B	83,2 A	5,0
CV (%)	3,9	2,3	1,7	3,9	2,2	2,7	4,6	4,3	6,2	

SSE= sem soro + esterco; SE12= soro + esterco início abril de 2015; SE24= soro + esterco início abril de 2014. Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%; CV= coeficiente de variação; ns=não significativo pelo teste F a 5%.

Em relação ao pH do solo, não foram observadas diferenças com o uso do soro de leite + esterco bovino entre os tratamentos, entre as profundidades e entre as coletas realizadas (Tabela 2). Mesmo apresentando um pH ácido (Tabela 1), as quantidades aplicadas do resíduo não tiveram capacidade de reduzir os valores de pH do solo. Isso ocorreu, provavelmente, pelos altos teores de matéria orgânica do solo avaliado (> 5%), o

que confere ao solo um elevado poder tampão e, conseqüentemente, maior capacidade em resistir as alterações dos valores de pH. Resultados semelhantes foram obtidos por Mantovani et al. (2015) com soro ácido de leite constataram que a aplicação do resíduo no solo não alterou a acidez ativa (pH em H₂O) e a acidez potencial (H+Al), salientando que, apesar de ser um resíduo ácido (pH = 4,1), a sua aplicação em doses únicas de até 200 m³ ha⁻¹ não causou acidificação do solo em função do elevado poder tampão do solo utilizado no experimento.

Os teores de MOS foram maiores na camada superficial do solo, não diferindo entre os tratamentos e entre as coletas realizadas (Tabela 2). Comportamento semelhante foi observado para a camada 5-10 cm, não sendo observadas diferenças entre os tratamentos e entre as coletas. Já para a camada 10-20 cm, o solo SE24 apresentou os maiores teores de MOS, especialmente, nas duas primeiras coletas. Provavelmente os teores de MOS não sofreram alterações com a aplicação de soro de leite + esterco bovino em função da pequena concentração de carbono orgânico que o resíduo apresenta (Tabela 1). O fato da forrageira ser utilizada para pastejo de animais, retira do meio toda a matéria seca produzida e, conseqüentemente, reduz o efeito da adição de resíduos vegetais sobre os teores de matéria orgânica do solo. Além disso, a presença de grande proporção de carbono orgânico de fácil decomposição nesse resíduo líquido, que tem a lactose como principal componente (Kuhnen, 2010), facilita a degradação do C e, conseqüentemente, maiores perdas de CO₂ para a atmosfera. Nesse sentido, Ruiz (2012), avaliando solos incubados, verificou maior liberação de C-CO₂ 24 horas após o início da incubação do solo. Esses autores também observaram que a quantidade de C-CO₂ liberada diminuiu até o 7º dia de incubação. Destacam ainda que, como o soro foi adicionado ao solo em condições favoráveis, há rápida utilização do C orgânico facilmente decomponível pelos microrganismos, aumentando a atividade microbiana e a liberação de CO₂ durante o período inicial de incubação.

A aplicação de soro de leite + esterco bovino aumentou os teores da CTC_{pH7,0}, sendo que os maiores valores foram observados na camada superficial do solo (0-5 cm) no tratamento SE24 (Tabela 2), indicando o aumento do potencial do solo nos tratamentos que receberam aplicações em adsorver cátions a pH 7,0 e o seu acréscimo com o maior tempo de aplicações. Brito et al. (2005) em um Latossolo Vermelho distroférrico, constataram o aumento da CTC_{pH7,0} com a aplicação de esterco bovino, esterco de poedeira, cama de frango, esterco ovino e resíduo de silagem, encontrando diferenças com o esterco de ovino.

Para o V%, apenas foram observadas diferenças para a camada 10-20 cm, sendo os maiores valores observados no tratamento SE24 (Tabela 2). Esses resultados estão relacionados, especialmente, a migração de K no perfil do solo, que será discutido posteriormente. Resultados semelhantes foram obtidos por Araújo et al. (2011), que constataram incremento na soma de bases quando da utilização de doses crescentes de esterco bovino na forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em um Neossolo Quartzarênico Órtico típico. Em adição, Araújo et al. (2008), em experimento realizado em um Nitossolo Vermelho Eutroférico, utilizando como fonte de matéria orgânica o esterco de galinha, esterco bovino, serragem de madeira, resíduo de leguminosa (*Calopogonium mucunoides*), serrapilheira e resíduo de capim-Mombaça, constataram que todas as fontes orgânicas utilizadas proporcionaram acréscimos na saturação por bases (V%) no solo.

Os maiores teores de N total foram observados na camada superficial do solo (0-5 cm) em todos os tratamentos da coleta de Ago15 e nos tratamentos SE12 e SE24 da coleta de Mar16 (Tabela 3). Para a coleta Nov15 foram observados menores teores de N total em todos os tratamentos devido, principalmente, aos altos índices pluviométricos no período (Figura 1) que favorecem as perdas de N por escoamento superficial e percolação. O acúmulo de N total apresenta estreita relação com os teores de MOS, uma vez que grande parte do N presente no solo encontra-se na forma orgânica (ARAÚJO et al., 2011). Gheri et al. (2003), com aplicações de 75 a 300 kg ha⁻¹ de N (forma orgânica) utilizando o soro, não constataram aumento do N total no solo, com três aplicações em 112 dias. Esses autores justificam os resultados pela rápida taxa de mineralização dos compostos nitrogenados no solo não ocorrendo acúmulo do elemento. Nesse sentido, Poletto (2008) salienta que os teores de N no solo são muito variáveis em virtude da grande influência de fatores como as condições climáticas (temperatura e precipitação), ação de microrganismos e o manejo do solo.

Os teores de P disponível foram maiores na camada superficial do solo (0-5 cm) nos tratamentos SE12 e SE24, nas coletas de Nov15 e Mar16. Para as demais profundidades (5-10 e 10-20 cm) não foram observadas alterações nos teores de P disponível no período avaliado (Tabela 3). Esses resultados podem ser explicados pela baixa mobilidade do P no solo, o que favorece os incrementos na camada superficial, e também pela grande quantidade de P aplicado ao solo nos tratamentos SE12 e SE24, o que favorece o incremento de P no solo ao longo do tempo. Resultados semelhantes foram obtidos por Mantovani et al. (2015), em casa de vegetação, os quais constataram incrementos de 2,1 vezes nos teores de P

disponível com a aplicação da dose de 200 m³ ha⁻¹ de soro ácido de leite. Nessa mesma linha, Queiroz (2013), em experimento conduzido à campo em Latossolo Vermelho Distrófico com a cultura do milho para grãos, obteve aumento nos teores de P disponível com a aplicação de 62,5 m³ ha⁻¹ de soro ácido de leite. Esses autores salientam que parte do P orgânico do resíduo, ao ser aplicado ao solo, passa por mineralização e, uma vez transformado, pode ser retido aos coloides e dá origem às formas lábeis e não-lábeis.

Tabela 3. Teores de N total, P disponível, K, Ca e Mg trocáveis em Cambissolo Háplico submetido a aplicações de soro de leite + esterco bovino no município de Turvo, SC.

Prof. (cm)	Ago15			Nov15			Mar16			CV (%)
	SSE	SE12	SE24	SSE	SE12	SE24	SSE	SE12	SE24	
N total (g kg ⁻¹)										
0-5	2,3 aA	2,6 aA	2,7 aA	2,0 aB	2,3 aB	1,8 aB	2,2 aB	2,5 aA	2,6 aA	12,2
5-10	2,2 aA	2,2 bA	2,4 aA	1,5 bB	2,1aA	1,6 aB	1,9 aA	2,2 bA	2,3 bA	13,2
10-20	1,4 bB	1,3 cB	2,0 bA	0,9 cC	1,0 bC	1,7 aA	1,3 bB	1,5 cB	1,5 cB	13,8
CV (%)	8,9	9,8	9,2	10,8	15,8	24,0	18,3	6,7	5,5	
P disponível (mg kg ⁻¹)										
0-5	9,3 aB	9,9 aB	10,1 aB	10,0 aB	11,4 aA	13,4 aA	9,3 aB	11,9 aA	14,0 aA	18,4
5-10	6,8 bA	6,9 bA	8,1 bA	8,0 bA	8,6 bA	8,7 bA	6,7 bA	8,4 bA	8,9 bA	17,2
10-20	2,3 cA	2,9 cA	3,1 cA	2,7 bA	3,6 cA	3,6 cA	2,5 bA	3,3 cA	4,0 cA	31,0
CV (%)	17,9	8,1	7,8	22,8	10,5	6,7	46,6	18,9	26,4	
K trocável (mg kg ⁻¹)										
0-5	114,4 aB	180,7 aA	182,3 aA	117,4 aB	182,5 aA	184,1 aA	113,7 aB	180,7 aA	181,1 aA	10,2
5-10	84,0 bB	149,1 bA	150,4 bA	85,4 bB	155,5 aA	153,1 bA	83,5 bB	144,1 bA	159,9 aA	15,2
10-20	59,7 cC	76,8 cB	99,2 cA	62,6 cC	77,3 bB	101,8 cA	59,4 cC	82,8 cB	102,2 bA	14,4
CV (%)	13,3	13,2	10,1	13,7	14,0	11,5	15,2	14,5	11,0	
Ca (cmol/dm³)										
0-5	15,2 aA	15,9 aA	16,6 aA	15,6 aA	16,6 aA	17,5 aA	15,1 aA	16,8 aA	17,9 aA	9,1
5-10	13,8 aA	14,7 aA	15,0 aA	13,0 bA	15,1 aA	15,8 aA	13,3 aA	15,1 aA	16,0 aA	12,2
10-20	10,5 bB	12,4 bA	12,1 bA	10,1 cB	12,7 bA	13,2 aA	10,1 bB	12,9 aA	13,9 bA	13,9
CV (%)	13,0	9,3	12,1	12,1	8,0	14	10,8	13,6	10,1	
Mg (cmol/dm³)										
0-5	4,1 aB	4,2 aB	4,7 aA	4,5 aB	4,8 aA	5,0 aA	4,5 aB	4,9 aA	5,0 aA	8,6
5-10	3,7 aA	3,8 aA	4,0 bA	4,0 aA	4,4 aA	4,4 aA	4,0 aA	4,4 aA	4,4 aA	12,7
10-20	3,0 bA	3,9 aA	3,7 bA	3,0 bA	3,4 bA	3,6 aA	3,2 bA	3,3 bA	3,4 bA	19,9
CV (%)	14,49	15,92	9,11	15,0	11,3	15,4	13,8	14,4	9,3	

SSE= sem soro + esterco; SE12= soro + esterco início abril de 2015; SE24= soro + esterco início abril de 2014. Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%; CV= coeficiente de variação; ns=não significativo pelo teste F a 5%.

Os teores de K trocável apresentaram o mesmo comportamento para as camadas 0-5 e 5-10 cm, sendo maiores nos tratamentos SE12 e SE24, em comparação ao SSE (Tabela 3). Para a camada 10-20 cm, o tratamento SE24 apresentou os maiores teores de K trocável, evidenciando o efeito do tempo de aplicação sobre a migração de K para camadas mais profundas do solo. Os altos teores de K observados nos tratamentos com aplicação de soro de leite + esterco bovino são devido à grande disponibilidade de K no resíduo (Tabela 1). Além disso, o K presente no resíduo é rapidamente liberado para o solo (ROBBINS; LEHRSCHE, 1998) e, quando disponível, pode ser adsorvido na forma trocável, ou permanecer em solução, de onde pode sofrer lixiviação e migrar para maiores profundidades. As altas precipitações pluviométricas nos períodos avaliados podem ter favorecido a mobilidade vertical de K no tratamento SE24 em todas as coletas. Segundo Arienzo et al. (2009), a maior parte do K em resíduos orgânicos está imediatamente disponível e, por conter diferentes formas de potássio no solo, o seu equilíbrio com altos teores de potássio desses resíduos ($500 - 20.000 \text{ mg L}^{-1}$) pode provocar aumento rápido e constante do potássio na solução do solo. Gheri et al. (2003), em experimento realizado em casa de vegetação, constataram aumento do teor de K^+ no solo quando aplicados volumes de soro que adicionaram 150, 225 e 300 kg ha^{-1} de K_2O . Nesse sentido, Queiroz (2013) também identificou a elevação do teor de K^+ no solo com a aplicação de um volume de soro que forneceu $62,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de K, descrevendo o aumento dos teores nas profundidades, devido à alta mobilidade do soro.

Para o Ca não foram observadas diferenças entre os tratamentos nas camadas 0-5 e 5-10 cm, enquanto que para a camada 10-20 cm os tratamentos que apresentaram maiores teores foram os que receberam aplicações de soro de leite + esterco bovino (Tabela 3). Para o Mg, os maiores teores foram observados na camada superficial do tratamento SE24, que recebeu as maiores adições de Mg, em todas as coletas avaliadas (Tabela 3). Em trabalho semelhante, Silva (2009) observou elevação nos teores de Ca e Mg nas camadas de um Latossolo Amarelo Distrófico típico e um Cambissolo Flúvico Tb Distrófico, após quatro aplicações de soro de leite, equivalente a 20% do volume de poros do solo. Robbins & Lehrsch (1992), em solo sódico, constataram aumento nos teores de Ca e Mg após a aplicação de diferentes taxas de aplicação de soro de leite.

Qualidade nutricional da forrageira

As aplicações de soro de leite + esterco bovino promoveram alterações nos teores totais de K, Ca, Mg, N e PB da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida (Tabela 4).

Tabela 4. Teores totais de P, K, Ca, Mg, PB e N da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida submetida a aplicação de soro de leite + esterco bovino em um Cambissolo Háplico.

Coletas	SSE	SE12	SE24	CV, %	SSE	SE12	SE24	CV, %
P, %				CV, %	K, %			CV, %
Ago15	0,17 bA	0,19 aA	0,16 bA	22,8	2,43 bA	2,51 bA	2,33 bA	10,8
Nov15	0,12 cA	0,15 aA	0,14 bA	19,0	2,46 bB	2,66 bB	3,04 aA	10,3
Mar16	0,23 aA	0,23 aA	0,25 aA	20,3	3,20 aA	3,95 aA	3,30 aA	15,8
CV, %	15,5	26,7	19,8		8,04	17,7	11,5	
Ca, %				CV, %	Mg, %			CV, %
Ago15	0,10 bA	0,13 bA	0,15 bA	17,7	0,32 ^{ns} B	0,37 ^{ns} A	0,37 ^{ns} A	6,3
Nov15	0,11 bB	0,14 bA	0,16 bA	14,2	0,35 A	0,38 A	0,39 A	7,5
Mar16	0,12 aC	0,20 aB	0,24 aA	13,2	0,35 A	0,35 A	0,36 A	12,0
CV, %	9,2	16,7	15,4		11,5	7,5	5,9	
PB, %				CV, %	N, %			CV, %
Ago15	8,18 ^{ns} B	9,32 ^{ns} B	11,73 aA	16,9	1,31 aB	1,49 aB	1,88 aA	16,8
Nov15	7,14 B	7,82 B	8,56 bA	7,2	1,14 aB	1,20 aB	1,37 bA	7,3
Mar16	6,70 B	8,36 A	8,44 bA	10,2	1,07 aB	1,34 aA	1,35 bA	10,2
CV, %	12,2	10,1	15,3		12,1	10,0	15,3	

SSE= sem soro + esterco; SE12= soro + esterco início abril de 2015; SE24= soro + esterco início abril de 2014. Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%; CV= coeficiente de variação; ns=não significativo pelo teste F a 5%.

Os teores totais de P não apresentaram diferença entre os tratamentos, mas foram diferentes entre as coletas, sendo os maiores teores observados na coleta de Mar16 (Tabela 4). Isso ocorreu pelo fato de que em agosto (inverno) e novembro (período chuvoso e nublado) houve menor atividade fotossintética pelas plantas e, consequentemente, menor acúmulo de P. Em trabalhos com aplicações desses resíduos, normalmente ocorre o aumento nos teores de P, como descrito por Erthal et al. (2010) que verificaram aumento do teor de P nas plantas com a aplicação de água residuária da bovinocultura no solo, para a forrageira-Tifton 85.

Para os teores totais de K somente foi observada diferença entre os tratamentos na coleta de Nov15, sendo os maiores teores observados no tratamento SE24. Para as coletas, os maiores teores foram observados na coleta de Mar16 (Tabela 4), pois nesse período houve maior atividade fotossintética das plantas, devido as maiores temperaturas e também de maior luminosidade (Figura 1). Esses resultados corroboram com os de Gheri et al. (2003), em experimento realizado em casa de vegetação com aplicações de soro que adicionaram

150, 225 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O, que obtiveram o aumento de K no capim-tanzânia. Mantovani et al. (2015), em experimento conduzido em vasos em casa de vegetação, constataram aumento nas quantidades acumuladas de K na parte aérea de milho com a aplicação em dose única de 50, 100, 150, 200 m³ ha⁻¹ de soro ácido de leite.

As aplicações de soro de leite + esterco bovino promoveram alterações nos teores totais de Ca na coleta de Nov15 e Mar16, sendo os maiores valores observados para o SE24 (Tabela 4). Para o Mg, apenas na coleta de Ago15 houve diferença entre os tratamentos, sendo que os que receberam as aplicações do resíduo apresentaram os maiores teores (Tabela 4). Morrill et al. (2012) observaram acúmulo de Ca na parte aérea das plantas de milheto submetido a aplicações de doses de soro de leite, sendo que o maior acúmulo ocorreu na dose de 800 m³ ha⁻¹ de soro. Para o Mg, Mantovani et al. (2015), em experimento conduzido em casa de vegetação com a aplicação em dose única de 50, 100, 150, 200 m³ ha⁻¹ de soro ácido de leite, não constataram alteração nos teores de Mg na parte aérea do milho.

Os teores de PB foram maiores no tratamento SE24 em todas as coletas avaliadas (Tabela 4). Para os demais tratamentos não foram observadas diferenças entre os teores de PB. No tratamento SE24 o maior valor de PB foi observado na coleta de Ago15, enquanto que as outras coletas não apresentaram diferença entre si. Esse maior valor observado, pode ser relacionado com a redução dos índices pluviométricos e a elevação das temperaturas mínimas e máximas no mês da coleta. Hanisch & Meister (2009), ao avaliarem a qualidade nutricional da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida, encontraram os maiores valores médios de PB (10,4%) em cortes realizados na primavera. Esses autores observaram ainda que nas demais estações a concentração de PB foi acima do nível crítico de 7%, abaixo do qual o consumo voluntário da pastagem pelos animais pode ser comprometido. Esses destacam também que os menores valores de PB observados no verão podem estar relacionados ao período de repouso estabelecido em 28 dias, o que devido ao rápido aumento da MS deste período pode ter reduzido a PB da forragem.

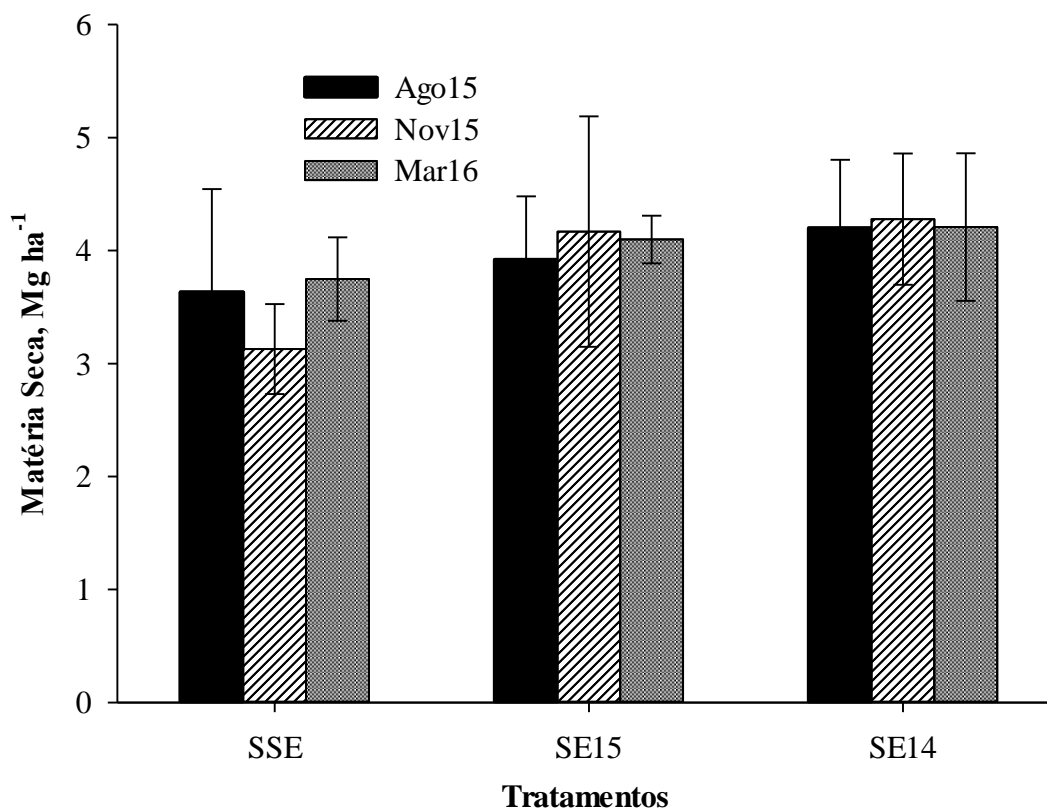


Figura 2. Produção de matéria seca (MS, Mg ha⁻¹) da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida sem aplicação de soro de leite + esterco bovino (SSE) e com aplicação desde abril de 2015 (SE12) e abril de 2014 (SE14).

A produção de matéria seca pela forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida não foi influenciada pelas aplicações de soro de leite + esterco bovino (Figura 2). Esses resultados podem estar relacionados ao fato do manejo da forrageira ser rotacionado, atendendo sempre o seu máximo crescimento em relação a estação do ano e, consequentemente, minimizando o efeito das aplicações na produção. Nesse sentido, Hanisch & Meister (2009) avaliaram a produção de MS da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida nas estações primavera, verão e outono e obtiveram produções semelhantes após a aplicação de resíduos orgânicos, com produções médias de 2 t ha⁻¹ corte⁻¹.

Acúmulo e exportação de nutrientes na forrageira

Como o objetivo do cultivo da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida é o fornecimento de alimento para o rebanho bovino através do pastejo, os nutrientes

acumulados na parte aérea são também exportados para fora da área de cultivo. Na forrageira a produção de biomassa tem uma relação positiva com a disponibilidade de nutrientes no solo, sendo que a disponibilidade de nutrientes é um dos principais fatores que influenciam a produtividade e a qualidade da forrageira (COSTA et al., 2008). Dessa forma, na tabela 5 são apresentados os teores totais de nutrientes acumulados na forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida, bem como a exportação dos nutrientes pela biomassa da forrageira em cada pastejo.

Tabela 5. Quantidades de N, P, K, Ca e Mg acumulados e exportados pela biomassa da forrageira *Hemarthria altissima* cv. Flórida em cada pastejo.

Nutrientes	Ago15				Nov15				Mar16			
	SSE	SE12	SE24	CV, %	SSE	SE12	SE24	CV, %	SSE	SE12	SE24	CV, %
kg ha ⁻¹												
N	47,6 B	58,4 B	78,9 A	17,3	35,7 B	50,0 A	58,6 A	18,3	40,1 B	54,9 A	56,8 A	11,5
P	6,2 A	7,4 A	6,7 A	18	3,8 B	6,3 A	6,0 A	19,5	8,6 A	9,4 A	10,5 A	11,5
K	88,3 A	98,4 A	97,8 A	18,1	77 B	110,9 A	130,1 A	18,4	119,9 B	161,9 A	138,9 B	10,6
Ca	3,6 B	5,1 A	6,3 A	17,1	3,4 B	5,8 A	6,8 A	18,9	4,5 B	8,2 A	10,1 A	12,8
Mg	11,6 A	14,5 A	15,5 A	17,6	10,9 B	15,8 A	16,7 A	18,7	13,1 A	14,3 A	15,2 A	11,3

SSE= sem soro + esterco; SE12= soro + esterco início abril de 2015; SE24= soro + esterco início abril de 2014. Médias seguidas de letras iguais, maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%; CV= coeficiente de variação.

Os maiores acúmulos e, conseqüentemente, as maiores exportações de nutrientes ocorreram nos tratamentos que receberam aplicações de soro de leite + esterco bovino, independente do tempo de aplicação, para todos os elementos avaliados. Em termos quantitativos, as maiores exportações foram observadas para o N e K, o que está relacionada com as maiores exigências desses nutrientes pelas plantas. Esses resultados estão de acordo com o descrito por Carvalho et al. (2006), os quais salientam que o N e o K são os nutrientes extraídos em maiores quantidades pelas gramíneas. Nessa mesma linha, Primavesi et al. (2006) com *Brachiaria brizantha* cv. marandu, constataram aumento de produtividade passando de 1.889 kg ha⁻¹ para 12.328 kg ha⁻¹ de matéria seca com aplicação de 800 kg ha⁻¹ de N (usando uréia como fonte) durante a estação chuvosa. A resposta para adubação com N foi linear em função das doses aplicadas. A extração de nutrientes aumentou consideravelmente, de 27, 6 e 3 kg ha⁻¹ de N, P e K para 282, 36 e 429 kg ha⁻¹,

respectivamente. A extração de Ca, Mg, S, Cu, Zn e Fe também aumentaram conforme aumento da produtividade.

Apesar da grande exportação de nutrientes pelos animais após o pastejo, é importante destacar que parte do material vegetal consumido pelos animais é excretado na forma de fezes e urina. Esses resíduos do metabolismo animal podem ser excretados durante o próprio pastejo, o que se torna uma importante via de retorno de nutrientes para o solo no momento do pastoreio (CARRAN e TEOBALD, 2000), sendo que P, Mg e Ca concentram-se mais nas fezes enquanto que N e K são encontrados em maiores quantidades na urina (MATHEWS et al., 1996).

Conclusões

O uso de soro de leite + esterco bovino promoveu alterações nos atributos químicos, N total, P disponível e K trocável do solo, demonstrando ser mais eficiente com o maior tempo de aplicação. Dessa forma, o fornecimento de nutrientes para o solo via soro de leite + esterco bovino traz benefícios para a produção da forrageira bem como às suas características nutricionais.

Referências

- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri, SP: Manole, 2003. 135 p.
- ARAÚJO, A.S.; SILVA, J.E.C.; SANTOS, A.C.; SILVA NETO, S.P.; DIM, V.P.; ALEXANDRINO, E. Substituição de nitrogênio por esterco bovino na produtividade de forragem e qualidade do solo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 12, n.4, p. 852-866 out/dez, 2011.
- ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, É. É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.5, p. 466-470, jun. 2007.
- ARAÚJO, L.C., SANTOS, A.C., FERREIRA, E.M., CUNHA, O.F.R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim-mombaça. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 65-72, jan./mar. 2008.

- ARIENZO, M.; CHRISTEN, E. W.; QUAYLE, W. ; KUMAR, A. A review of the fate of potassium in the soil–plant system after land application of wastewaters. **Journal of Hazardous Materials**, v. 164, n. 2, p. 415-422, 2009.
- BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. Alterações das propriedades químicas de um latossolo vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2005.
- CARRAN, R.A. & THEOBALD, P.W. Effects of excreta return on properties of a grazed pasture soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**. v.56, p. 79–85, 2000.
- CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; PAVINATO, P.S.; TRENTIN, E.E.; GIROTTTO, E. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação de aveia-preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquido de suíno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1287-1295, nov./dez. 2005.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. 2004. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul/UFRGS. 394p.
- CARVALHO, F.G.; BURITY, H.A.; SILVA, V.N.; SILVA, L.E.S.F.; SILVA, A.J.N. Produção de matéria seca e concentração de macronutrientes em *Brachiaria decumbens* sob diferentes sistemas de manejo na zona da mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, p. 101-106, 2006.
- COSTA, K. A. P.; ARAUJO J.L.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; FIGUEIREDO, F.C.; GOMES, K.W. Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim-xaraés “xaraés” em função de doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Rural**, v.38, p.1162-1166, jul, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P. A.; PEREIRA, O. G.; MATOS, A. T. Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.458–466, 2010.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **R. Symposium**, 6:36-41, 2008.

FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Produção e avaliação de gramíneas perenes de verão no Alto Vale do Itajaí/SC. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.7, n.1, p.77-86, 2001.

GHALY, A. E.; MAHMOUD, N. S, RUSHTON, D. G.; ARAB, F. Potential environmental and health impacts of high land application of cheese whey. **American Journal of Agricultural and Biological Science**, v. 2, n. 2, p. 106-117, 2007.

GHERI, E. O.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Resposta do capim-tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.6, p.753-760, jun. 2003.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

HANISCH, A. L.; MEISTER, L. A. Produção e qualidade da pastagem de *Hemarthia altissima* cv. Flórida em sistemas de produção de leite manejada com princípios agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Quantidade de leite cru, resfriado ou não (mil litros) - Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

KUHNEN, F. **Mineralização do nitrogênio do soro ácido de leite**. 2010. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

LOURENZI, C. R. ; CERETTA, C. A.; TIECHER, T. L.; LORENSINI, F.; CANCIAN, A.; STEFANELLO, L.; GIROTTO, E.; VIEIRA, R. C. B.; FERREIRA, P. A. A.; BRUNETTO, G. Forms of phosphorus transfer in runoff under no-tillage in a soil treated with successive swine effluents applications. **Environmental monitoring and assessment**, v. 187, n. 4, p. 1-16, 2015.

MANTOVANI, J. R.; CARRERA, M.; LANDGRAF, P. R. C.; MIRANDA, J. M. Soro ácido de leite como fonte de nutrientes para o milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.4, p. 324-329, 2015.

MATHEWS, B. W.; SOLLENBERGER, L. E.; TRITSCHLER II, J. P. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures – soil considerations. In: Joost, R. E.; Roberts, C. A. (Eds.). **Nutrient cycling in forage systems**. Columbia: University of Missouri, 1996. p.213-229

MORRILL, W. B. B.; ROLIM, M. M.; NETO, E. B.; PEDROSO, E. M. R.; OLIVEIRA, V. S.; ALMEIDA, G. L. P. Produção e nutrientes minerais de milho forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 182-188, 2012.

POLETO, N. **Absorção e assimilação dos íons amônio e nitrato e os seus efeitos sobre o crescimento e desenvolvimento de cevada e arroz em solução nutritiva**. 2008. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30, p. 562-568, 2006.

QUEIROZ, S. M. **Soro ácido de leite associado a doses de nitrogênio em cobertura na cultura de milho**. Jaboticabal: UNESP, 2013. 38p. Dissertação Mestrado.

ROBBINS, C. W.; LEHRSCHE, G. A. Cheese whey as a soil conditioner. In: WALLACE, A. & TERRY, R., Ed. **Handbook of soil conditioners: Substances that enhance the physical properties of soil**. 1.ed. New York, Marcel Dekker, INC, 1998, p. 167-186.

ROBBINS, C. W.; LEHRSCHE, G. A. Effects of acidic cottage cheese whey on chemical and physical properties of a sodic soil. **Arid Land Research and Management**, v. 6, n. 2, p. 127-134, 1992.

RUIZ, J. G. C. L. **Mineralização do soro ácido de leite em função do pH do solo**. Jaboticabal: UNESP, 2012. 44p. Dissertação Mestrado.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV. 2002. 235 p.

SILVA, N. C. L.. **Mobilidade e distribuição de solutos de soro de leite em colunas de solo**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

SIQUEIRA, A. M. O.; MACHADO, E. C. L.; STAMFORD, T. L. M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.9, p.1693-1700, set. 2013.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.